Niveau(x) d'enseignement : 4
Centre d'intérêt : 874 Numéro EDUQ : 9370478

Bois et matériaux connexes : mise en oeuvre de matériaux composites : rapport d'analyse de situation de travail. -- [Québec] : Ministère de l'éducation, [Direction générale de la formation professionnelle], 1992.
21 p. ; 28 cm.

La couv. porte en outre : 5 ; La formation professionnelle au secondaire. Code : 9192-6213; 17-0505-06.

ISBN 2-550-23077-9

Vedette(s)-secondaire(s) : Québec (Province). Ministère de l'éducation. Direction générale de la formation professionnelle

Descripteur(s) : Techniques physiques • Analyse de tâches • Description de tâches • Marché du travail • Emploi • Caractéristiques professionnelles • Formation professionnelle • Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet : Mise en oeuvre de matériaux composites

Dans un souci d'amener les diplômés de la formation professionnelle à exercer leur métier de façon compétente, le MEQ fait appel à des spécialistes du métier pour décrire les tâches qu'ils devront accomplir et dresser la liste des exigences inhérentes. Dans le présent rapport, on trouve l'information recueillie au cours de l'atelier d'analyse de la situation de travail. Après s'être entendus sur une définition du métier, les spécialistes ont précisé les tâches et les opérations en plus d'établir leurs conditions d'exercice, leur complexité et de relever les matières premières, outillage et équipement nécessaires. Ils ont également mentionné les connaissances, habiletés et attitudes requises de même que la formation souhaitée.

Type de document :

5 BOIS ET MATÉRIAUX CONNEXES

MISE EN OEUVRE DE MATÉRIAUX COMPOSITES

RAPPORT D'ANALYSE DE SITUATION DE TRAVAIL

la FORMATION PROFESSIONNELLE au secondaire

Québec

9370478

BOIS ET MATÉRIAUX CONNEXES

MISE EN OEUVRE DE MATÉRIAUX COMPOSITES

RAPPORT D'ANALYSE DE SITUATION DE TRAVAIL

Équipe de production

L'analyse de situation de travail s'est effectuée sous la responsabilité des personnes suivantes :

Colette Gélinas
Responsable de programmes
Secteur *Bois et matériaux connexes*
Direction générale de la formation professionnelle
Ministère de l'Éducation du Québec

Daniel Bonnot
Agent de développement pédagogique et recherchiste
Direction générale de la formation professionnelle
Ministère de l'Éducation du Québec

Suivi d'édition
Louise Blanchet
Direction générale de la formation professionnelle
Ministère de l'Éducation du Québec

Révision linguistique
France Guertin
Services linguistiques F.G. enr.

Saisie du texte
Louise Girard
Direction générale de la formation professionnelle
Ministère de l'Éducation du Québec

Madeleine Anctil
Saisie de données M.A. enr.

Édition
Johanne Bédard
Direction générale de la formation professionnelle
Ministère de l'Éducation du Québec

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation, 1992 — 9192-6213

ISBN : 2-550-23077-9

Dépôt légal : premier trimestre 1992
Bibliothèque nationale du Québec

Remerciements

La réalisation du présent ouvrage a été rendue possible grâce à la participation de nombreuses personnes et de plusieurs organismes. La liste de tous les participants à l'atelier d'analyse paraît à la page suivante.

La Direction générale de la formation professionnelle du ministère de l'Éducation du Québec tient à souligner la pertinence des renseignements fournis par les personnes consultées et désire remercier, de façon particulière, les spécialistes du métier qui ont généreusement accepté de participer à cette analyse de situation de travail. La Direction témoigne également sa reconnaissance aux observateurs qui ont contribué, à la lumière de leur expérience et à la demande de la participante et des participants, à préciser certains aspects du métier.

Liste des personnes présentes à l'atelier

Les personnes suivantes ont participé à l'atelier d'analyse de la situation de travail des stratifieuses et des stratifieurs de matériaux composites. La rencontre a eu lieu à Saint-Hyacinthe les 23 et 24 janvier 1991.

L'atelier a réuni des spécialistes représentant la petite, la moyenne et la grande entreprise. Ces personnes travaillent dans des domaines différents et utilisent divers procédés de mise en oeuvre de matériaux composites.

Spécialistes du métier

Yves Bécotte
Fibrobec inc.
219, rue Saint-Georges
Beloeil (Québec)
J3G 4N4

Jean Blouin
Marois inc.
83, 1re Rue, C.P. 366
Montmagny (Québec)
G5V 3S7

René Deland
Bell Helicopter Textron
12800, rue de l'Avenir
Saint-Janvier (Québec)
J0N 1L0

Richard Garneau
MAAX inc.
600, route Cameron
Sainte-Marie de Beauce (Québec)
G6E 3C2

Florian Gervais
Bateaux Doral ltée
1171, 3e Avenue, C.P. 667
Grand-Mère (Québec)
G9T 5L4

Jean-Pierre Leblanc
Fibre de verre V. Rioux inc.
10, Rang 4 Ouest
Sainte-Françoise (Québec)
G0L 3B0

Bertrand Legrand
F.R.E. Composites
64, rue Wales
Saint-André-Est (Québec)
J0V 1X0

Hélène Picard
MAAX inc.
600, route Cameron
Sainte-Marie de Beauce (Québec)
G6E 3C2

Cornelis van do Sande
Canadair ltée
1800, boul. Laurentien
Saint-Laurent (Québec)
H4R 1K2

Observateurs

Jean-Claude Biguet
Enseignant
Commission scolaire régionale de Chambly

Claude Legacé
Conseiller en développement industriel
Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie

Jean-Marc Tisseur
Conseiller pédagogique en formation professionnelle
Commission des écoles catholiques de Verdun

Avant-propos

Dans un souci d'amener les diplômées et les diplômés de la formation professionnelle à exercer leur métier de façon compétente, le ministère de l'Éducation a fait appel à des spécialistes du métier pour décrire les tâches qu'ils devront accomplir et dresser la liste des exigences inhérentes. Réunis autour d'une même table, ces spécialistes se sont entendus sur une définition du métier; ils en ont précisé les tâches et les opérations en plus d'établir leurs conditions d'exercice. Voilà, en somme, ce dont fait état le présent rapport.

La liste des documents ci-contre permet de situer *l'analyse de situation de travail* dans le processus d'élaboration des programmes.

Le ministère de l'Éducation a pris l'initiative de diffuser ces rapports afin d'informer ses partenaires des travaux en cours et de l'orientation que prendront les programmes à élaborer. Ils pourront également être utilisés par les commissions scolaires à des fins d'information scolaire et professionnelle, de promotion des programmes, de préparation d'offres de service en formation sur mesure en entreprise, etc.

Documents liés à l'élaboration de programmes d'études

A- Recherche et planification

- Orientations pour le développement du secteur
- Répertoire des profils de formation professionnelle
- Planification quinquennale
- Étude préliminaire

B- Production de programmes

- **Rapport d'analyse de situation de travail**
- Précision des orientations et des objets de formation
- Programme d'études

C- Soutien des programmes

- Guide d'organisation pédagogique et matérielle
- Guide pédagogique
- Guide d'évaluation

Table des matières

Introduction ____ 3

1. Description générale du métier ____ 5

1.1 Définition du métier ____ 5
1.2 Secteurs d'activité ____ 5
1.3 Description du milieu de travail ____ 5
1.4 Qualification de la main-d'oeuvre ____ 5
1.5 Conditions de travail ____ 5
1.6 Présence des femmes ____ 6
1.7 Santé et sécurité au travail ____ 6

2. Processus de travail ____ 7

2.1 Tableau des tâches, des opérations et des sous-opérations ____ 7
2.2 Degré de complexité des opérations ____ 14
2.3 Fréquence d'utilisation des procédés de mise en oeuvre de matériaux composites 16

3. Matières premières, outillage et équipement ____ 17

3.1 Matières premières ____ 17
3.2 Outillage ____ 18
3.3 Équipement ____ 18

4. Connaissances, habiletés et attitudes ____ 19

5. Formation ____ 21

Introduction

Dans le présent rapport, on trouve toute l'information recueillie au cours de l'atelier d'analyse de la situation de travail des stratifieuses et des stratifieurs de matériaux composites.

Comme le succès de l'élaboration des programmes dépend directement de la validité des renseignements obtenus au moment de leur conception, un effort particulier a été fait pour que, d'une part, toutes les données fournies par la participante et les participants à l'atelier soient présentées dans le rapport et que, d'autre part, ces données reflètent les conditions réelles d'exercice du métier.

1. Description générale du métier

1.1 Définition du métier

Dans les entreprises, on emploie les termes suivants pour désigner les ouvrières et les ouvriers spécialisés dans la mise en oeuvre de matériaux composites : lamineuse ou lamineur, mouleuse ou mouleur, ébarbeuse ou ébarbeur, découpeuse ou découpeur, opératrice-pulvérisatrice ou opérateur-pulvérisateur, opératrice ou opérateur d'autoclave.

Les personnes présentes à l'atelier d'analyse estiment toutefois que l'expression stratifieuse ou stratifieur de matériaux composites est plus adéquate pour désigner la personne capable de fabriquer un moule en matériaux composites, à partir d'un modèle, et de préparer celui-ci en vue de la fabrication de la pièce désirée, aussi faite de matériaux composites, selon le procédé de mise en oeuvre approprié (moulage au contact, par projection simultanée, à basse pression, par enroulement filamentaire, etc.).

La stratifieuse ou le stratifieur est également en mesure d'assembler divers matériaux par collage ou par soudage, de revêtir, par stratification, des matériaux comme le bois, le métal et le thermoplastique et de réparer toute pièce ou tout moule en matériaux composites.

1.2 Secteurs d'activité

Les stratifieuses et les stratifieurs travaillent dans les domaines *aéronautique, aérospatial et militaire* (composants d'avions, tubes lance-missiles, etc.). Ils fabriquent et réparent de *l'équipement de bureau* et des *biens ménagers* en matériaux composites (consoles d'ordinateurs, plateaux pour les repas, etc.), des *pièces de bâtiment* (balcons, panneaux etc.), des *biens de consommation* (par ex. : piscines, etc.) et de *l'équipement résistant à la corrosion* (par ex. : réservoirs, etc.). Finalement, ils peuvent exercer leur métier dans les domaines de *l'électricité et l'électronique* pour fabriquer des conduits électriques et des fusibles, de la *construction navale* pour construire des bateaux et des canots et des *transports* pour fabriquer et réparer des cabines et des capots de camions et des pièces d'automobiles, de métro et d'autobus.

1.3 Description du milieu de travail

Les stratifieuses et les stratifieurs de matériaux composites accomplissent habituellement leurs tâches à l'intérieur, dans des entreprises où l'humidité et la température sont contrôlées et où, dans la plupart des cas, les systèmes de ventilation et de dépoussiérage sont perfectionnés. La présence de vapeurs de solvant est cependant difficile à éliminer, mais les odeurs qu'elle entraîne sont souvent plus désagréables que nocives.

1.4 Qualification de la main-d'oeuvre

Vu le nombre restreint de diplômées et de diplômés de ce domaine, plusieurs stratifieuses et stratifieurs de matériaux composites sont embauchés sans avoir reçu de formation particulière.

Par ailleurs, dans plusieurs entreprises, notamment celles de la région de Montréal, on exige que les candidates et les candidats aient terminé la cinquième secondaire ou qu'ils possèdent une certaine expérience professionnelle pouvant compenser leur faible scolarisation.

Étant donné la diversité des matériaux composites et des procédés de mise en oeuvre et l'évolution rapide observée dans le domaine, les dirigeantes et les dirigeants d'entreprise souhaitent qu'une partie importante de leur personnel reçoive une formation particulière de l'enseignement secondaire. Un certain pourcentage de cette main-d'oeuvre devra tout de même continuer à être formée au collégial.

1.5 Conditions de travail

Les stratifieuses et les stratifieurs travaillent en général quarante heures par semaine, surtout le jour, mais également le soir, la nuit et durant les fins de semaine, selon la taille et le carnet de commandes de l'entreprise.

Leur salaire de base varie de 7 $ à 9 $ l'heure. Si la personne est compétente, si elle possède cinq années d'expérience, si elle peut occuper différents postes de travail et si elle est en mesure de former les nouvelles employées et les nouveaux employés, elle pourra recevoir jusqu'à 35 000 $ par année.

Les travailleuses et les travailleurs qui font des heures supplémentaires augmentent substantiellement leur revenu. De plus, dans quelques entreprises où l'on offre le système de rémunération à la pièce, le salaire peut être assez élevé.

Mentionnons également que les avantages sociaux offerts dans certaines moyennes et grandes entreprises sont des plus intéressants.

La majorité des stratifieuses et des stratifieurs ne sont pas syndiqués.

1.6 Présence des femmes

La main-d'oeuvre du domaine est constituée d'hommes et de femmes. Dans certaines entreprises, la moitié du personnel est féminin. Les employeuses et les employeurs semblent surtout apprécier la minutie des femmes, leur souci du travail bien fait, la saine compétition générée par leur présence au sein de l'équipe, leur préoccupation d'améliorer l'environnement de travail et leur ténacité.

1.7 Santé et sécurité au travail

Le tableau suivant présente, d'une part, les principaux risques d'accidents et de maladies liés à la mise en oeuvre de matériaux composites et, d'autre part, les précautions à prendre afin de les éviter.

Risques d'accidents et de maladies	Précautions à prendre
Irritations et brûlures attribuables au contact avec des produits toxiques	Port d'un tablier, de gants et de lunettes Application d'une crème protectrice Aménagement de douches pour le corps et de douches pour les yeux Système de ventilation adéquat
Problèmes respiratoires causés par l'inhalation de produits toxiques	Système de ventilation adéquat
Douleurs musculaires et articulaires	Aménagement d'un poste de travail ergonomique
Allergies	Analyse des produits
Coupures et lésions	Vigilance dans la manipulation des outils
Incendie causé par des émanations de gaz	Respect des normes Système de ventilation adéquat
Emprisonnement d'une travailleuse ou d'un travailleur à l'intérieur d'un autoclave	Vigilance

2. Processus de travail

2.1 Tableau des tâches, des opérations et des sous-opérations

Le tableau suivant présente les tâches, les opérations et les sous-opérations qu'exécutent les stratifieuses et les stratifieurs de matériaux composites.

Les tâches représentent les quatre activités principales du métier et les opérations constituent les étapes d'exécution des tâches.

La présentation des opérations tend à respecter l'ordre habituel de mise en oeuvre d'un produit.

Tâche 1 : **Fabriquer un objet en matériaux composites**

1.1 *Planifier la production*

- Lire le plan.
- S'informer des règles à suivre et des normes à observer.
- Consulter la fiche de production.
- S'assurer de la disponibilité des matériaux nécessaires.
- Répartir le travail entre les membres du personnel (opération exécutée par la ou le chef d'équipe).
- Inspecter la surface du moule.

1.2 *Fabriquer un moule en matériaux composites à partir d'un modèle en vraie grandeur*

- Vérifier les aspects esthétiques, mécaniques et dimensionnels du modèle.
- Préparer la surface du modèle.
- Préparer le mélange (composé de l'enduit de surface et de l'initiateur).
- Appliquer ce mélange sur le modèle.
- Préparer les renforts et les éléments de la structure.
- Préparer le mélange (composé de la matrice et de l'initiateur).
- Draper les premiers plis.
- Procéder au débullage.
- Former les épaisseurs en respectant les étapes de polymérisation.
- Incorporer les accessoires.
- Installer la structure.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur ou la pression, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.
- Démouler le moule (voir 1.8).
- Finir le moule (voir 1.9).
- Contrôler la qualité du produit (voir 1.10).
- Remplir la fiche de contrôle.
- Conditionner le moule.

1.3 *Préparer le moule*

- Inspecter la surface du moule.
- Nettoyer la surface du moule.
- Appliquer l'agent de démoulage sur le moule.
- Masquer le moule pour appliquer l'enduit gélifié de différentes couleurs.
- Assembler le moule (dans le cas des moules à coquilles).

1.4 *Appliquer l'enduit gélifié au pinceau ou au pistolet vaporisateur*

- S'assurer que l'enduit gélifié est conforme aux spécifications du devis.
- Effectuer les tests de viscosité et de polymérisation sur l'enduit gélifié.

- Préparer et régler l'équipement de projection.
- Appliquer l'enduit gélifié selon le mode indiqué sur le devis.
- Vérifier la qualité, l'épaisseur et l'uniformité de l'enduit gélifié appliqué.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.
- Remplir la fiche de contrôle de la matière première.

1.5 *Couper les renforts*

- Reconnaître les renforts.
- Découper les renforts en suivant les contours des gabarits.
- Préparer les accessoires, les noyaux et les renforts.
- Remplir la fiche de contrôle.

1.6 *Préparer le mélange (composé de la matrice, de l'initiateur et des additifs)*

- Déterminer la matrice, l'initiateur et les additifs à utiliser.
- Mesurer les quantités de matrice, d'initiateur et d'additifs nécessaires.
- Mélanger la matrice, les additifs et l'initiateur.
- Effectuer le test de polymérisation.
- Remplir la fiche de contrôle.

1.7 *Effectuer la mise en oeuvre du produit en utilisant l'un des procédés suivants :*

Moulage au contact

- Fabriquer le stratifié en appliquant manuellement et alternativement la matrice et les renforts.
- Positionner les noyaux, s'il y a lieu.
- Procéder au débullage.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur ou la pression, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage par projection simultanée

- Préparer l'équipement de projection.
- Définir les différents paramètres (débit, pression, angle de balayage, dosage de l'initiateur).
- Fabriquer le stratifié par projection simultanée.
- Vérifier l'épaisseur du stratifié.
- Positionner les noyaux, s'il y a lieu.
- Stratifier les noyaux.
- Procéder au débullage.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur ou la pression, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage au sac sous vide

- Draper sur le moule les renforts imprégnés de la matrice.
- Positionner les noyaux, s'il y a lieu.
- Procéder au débullage sommaire.
- Placer les matériaux absorbants.
- Recouvrir le moule d'une poche autodémoulante.
- Fixer le collier d'étanchéité à toute la périphérie du moule.
- Aspirer l'air au moyen d'une pompe à vide.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur ou la pression, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage au sac sous pression

- Draper sur le moule les renforts imprégnés de la matrice.
- Positionner les noyaux, s'il y a lieu.
- Procéder au débullage sommaire.
- Recouvrir le moule d'une poche autodémoulante.
- Fixer le collier d'étanchéité à toute la périphérie du moule.
- Fermer hermétiquement le moule à l'aide de la presse à cavité.
- Aspirer l'air qui se trouve sous le sac.
- Injecter de l'air sous pression entre la plaque et le moule.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur ou la pression, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage à l'autoclave (voie humide)

- Draper sur le moule les renforts imprégnés de la matrice.
- Positionner les noyaux, s'il y a lieu.
- Disposer les différents éléments d'aspiration.
- Installer le joint d'étanchéité.
- Recouvrir le moule d'une poche autodémoulante.
- Faire le vide.
- Régler l'autoclave.
- Charger adéquatement l'autoclave.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage à l'autoclave (voie sèche)

- Simuler l'assemblage des composants de la pièce.
- Apporter les corrections nécessaires.
- Draper les préimprégnés sur le moule.
- Intercaler les noyaux, s'il y a lieu.
- Disposer les différents éléments d'aspiration.
- Installer le joint d'étanchéité.
- Recouvrir le moule d'une poche autodémoulante.
- Faire le vide.
- Régler l'autoclave.
- Charger adéquatement l'autoclave.

Moulage par injection à basse pression (procédé RTM : «resin transfer molding»)

- Préparer l'équipement d'injection.
- Définir les différents paramètres (débit, pression, dosage de l'initiateur).
- Préparer les préformes.
- Disposer les renforts et les noyaux sur le moule.
- Vérifier le joint d'étanchéité.
- Verrouiller le moule.
- Installer le système d'évacuation.
- Injecter la matrice.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage par compression à basse pression

- Disposer les renforts sur le moule.
- Déposer la quantité de matrice nécessaire.
- Fermer le moule à l'aide du contre-moule.
- Évacuer le surplus d'air.
- Appliquer une pression sur le moule et le contre-moule.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage par compression à chaud (procédé BMC: «bulk molding compound») (procédé SMC : «sheet molding compound»)

- Disposer les préméianges ou les préimprégnés sur le moule.
- Appliquer de la chaleur sur le moule et le contre-moule.
- Fermer le moule à l'aide du contre-moule.
- Régler la pression sur le moule.

Moulage par réaction (procédé RIM : «reaction injection molding») (procédé RRIM : «reinforced reaction injection molding»)

- Fermer le moule à l'aide du contre-moule.
- Mélanger les agents réactifs (prépolymères).
- Injecter les agents réactifs.

Moulage par thermoformage

- Régler l'automate programmable, s'il y a lieu.
- Fixer la feuille de matériau (acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), acrylique) sur le moule.
- Étalonner le système de thermoformage.
- Chauffer la feuille de matériau.
- Former la pièce par aspiration de l'air.
- Refroidir la pièce.
- Démouler la pièce (voir 1.8).

Moulage par centrifugation

- Introduire les renforts dans le tube cylindrique.
- Introduire la matrice dans le tube cylindrique.
- Régler la vitesse de l'appareil.

Moulage par rotation

- Régler la vitesse de l'appareil.
- Appliquer la matrice et les renforts par projection simultanée.

Moulage par enroulement filamentaire

- Ajuster le mandrin aux dimensions voulues.
- Appliquer l'agent de démoulage sur le mandrin.
- Préparer la machine à enroulement filamentaire :
  - installer les bobines de stratifil ou de préimprégné sur le râtelier;
  - passer les stratifils dans les tendeurs, les oeillets et les guides de distribution;
  - régler la tension des stratifils;
  - déterminer l'angle d'enroulement des stratifils sur le mandrin ou utiliser le programme de bobinage;
  - préparer l'alimentation (manuelle ou automatique) en matrice, s'il y a lieu.
- Procéder à la stratification de la barrière résistant à la corrosion, s'il y a lieu.
- Fabriquer le stratifié en alternant les applications de stratifil, de mat et de matrice, s'il y a lieu.
- Procéder au débullage.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

Moulage par pultrusion

- Préparer l'appareil à pultrusion.
- Installer les renforts (bandes ou stratifils).
- Préparer l'alimentation en matrice.
- Régler la température de la filière et de l'étuve.
- Extraire le stratifié de l'appareil.
- Couper le stratifié à la longueur désirée.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

1.8 *Démouler la pièce polymérisée*

- Effectuer le test de dureté (à l'aide de l'appareil Barcol).
- Ébarber la pièce.
- Démouler la pièce.
- Effectuer une inspection préliminaire de la pièce moulée.
- Détourer la pièce moulée.
- Remplir la fiche de contrôle.

1.9 *Finir la pièce moulée*

Pièce moulée avec enduit gélifié

- Protéger la pièce.
- Finir et sceller les bords de la pièce.
- Corriger les défauts (par exemple : éliminer les bulles d'air).
- Polir les surfaces, s'il y a lieu.
- Exécuter les opérations de sous-assemblage des décalques et des accessoires fixes.
- Remplir la fiche de contrôle.

Pièce moulée sans enduit gélifié

- Protéger la pièce.
- Finir et sceller les bords de la pièce.
- Préparer les surfaces à finir.
- Appliquer les produits de finition.
- Exécuter les opérations de sous-assemblage des décalques et des accessoires fixes.
- Remplir la fiche de contrôle.

1.10 *Contrôler la qualité de la pièce*

- Vérifier la fiche de contrôle.
- Vérifier les aspects esthétiques, mécaniques et dimensionnels de la pièce.
- Relever les défauts et les erreurs.
- Trouver les causes de ces défauts ou de ces erreurs.
- Signaler les défauts et les erreurs.

- Apporter les corrections nécessaires.
- Classer la fiche de contrôle.

1.11 *Entreposer adéquatement la pièce finie*

Tâche 2 : Coller des pièces métalliques

2.1 *Vérifier le positionnement des composants de la pièce*

- Simuler l'assemblage des composants.
- Apporter les corrections nécessaires.

2.2 *Préparer les surfaces à assembler*

- Rendre les surfaces poreuses par nettoyage alcalin ou application d'un traitement anodique.
- Appliquer une mince couche d'apprêt sur les surfaces.
- Appliquer une couche d'adhésif sur les surfaces.

2.3 *Assembler les composants de la pièce*

- Réunir les composants de la pièce sur le moule.
- Former les bordures avec du plastique renforcé, s'il y a lieu.
- Fabriquer la poche autodémoulante.
- Installer la poche autodémoulante.
- Retirer l'air sommairement.
- Faire le vide.
- Amorcer la polymérisation par la chaleur ou la pression, s'il y a lieu.

2.4 *Démouler la pièce (voir 1.8)*

2.5 *Finir la pièce (voir 1.9)*

2.6 *Contrôler la qualité de la pièce (voir 1.10)*

Tâche 3 : Façonner un objet en thermoplastique

3.1 *Usiner des pièces en thermoplastique*

- Préparer l'équipement d'usinage.
- Choisir le thermoplastique approprié.
- Éliminer les contraintes internes (*stress relieve*) du matériau.
- Percer ou prédécouper une plaque ou un tuyau en thermoplastique.
- Former la pièce en utilisant l'équipement approprié (règle chauffante, four à air chaud, lance à air chaud, torche au propane).
- Éliminer les contraintes internes de la pièce formée.

3.2 *Souder des pièces en thermoplastique*

- Préparer les bords à souder :
  - chanfreiner la pièce, s'il y a lieu;
  - nettoyer les surfaces à souder;
  - sélectionner et préparer l'équipement de soudage (baguettes d'apport, gaz, instruments).
- Régler la pression et la température du gaz.
- Souder la pièce.
- Vérifier la qualité de la soudure (visuellement, en effectuant le test de destruction et le test électrique).
- Rapporter un profilé sur le cordon de soudure, s'il y a lieu.
- Araser les cordons de surface, s'il y a lieu.

3.3 *Stratifier un objet en thermoplastique*

- Préparer la pièce afin d'obtenir une surface adhérente.
- Fabriquer le stratifié sur la pièce.

3.4 *Finir la pièce (voir 1.9)*

3.5 *Contrôler la qualité de la pièce (voir 1.10)*

3.6 *Entreposer adéquatement la pièce finie*

Tâche 4 : Réparer un objet en matériaux composites

4.1 *Estimer le coût du projet*

- Analyser les types de réparations à effectuer.
- Choisir la technique appropriée.
- Calculer le coût de la matière première et de la main-d'oeuvre.

4.2 *Repérer et dégager la partie endommagée*

- Démonter les accessoires.
- Nettoyer la partie endommagée.

4.3 *Appliquer la technique choisie*

4.4 *Contrôler la qualité du travail*

- Vérifier les aspects esthétiques, mécaniques et dimensionnels de l'objet.

4.5 *Remonter les accessoires*

Tâche 5 : Revêtir des supports de bois, de métal ou de thermoplastique par stratification

Bois

5.1 *Préparer les surfaces à revêtir*

- Enlever complètement la peinture, le gras, la poussière, etc.

5.2 *Préparer les matériaux*

- Préparer les renforts.
- Choisir la résine et l'initiateur à utiliser.
- Mesurer les quantités nécessaires de résine, de solvant et d'initiateur.

5.3 *Appliquer la première couche de pénétration*

- Mélanger la résine (1/3) et le solvant (2/3).
- Ajouter l'initiateur au mélange.
- Appliquer une couche du mélange obtenu.

5.4 *Appliquer la deuxième couche de pénétration*

- Mélanger la résine (2/3) et le solvant (1/3).
- Ajouter l'initiateur au mélange.
- Appliquer une couche du mélange obtenu.

5.5 *Stratifier des supports de bois*

- Attendre le début de la polymérisation.
- Fabriquer le stratifié.
- Ajouter, s'il y a lieu, les pigments de couleur au mélange qui servira à former les dernières couches du stratifié.
- Finir les bords de la pièce, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

5.6 *Contrôler la qualité de la pièce (voir 1.10)*

Métal

5.1 *Préparer les surfaces à revêtir*

- Rendre les surfaces adhérentes (en utilisant, par exemple, un jet de sable).

5.2 *Préparer les matériaux*

- Préparer les renforts.
- Choisir la résine et l'initiateur à utiliser.
- Mesurer les quantités nécessaires de résine et d'initiateur.
- Mélanger la résine et l'initiateur.

5.3 *Stratifier des supports de métal*

- Appliquer une couche du mélange obtenu.
- Attendre le début de la polymérisation.
- Fabriquer le stratifié.
- Finir les bords, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

5.4 *Contrôler la qualité de la pièce (voir 1.10)*

Thermoplastique

5.1 *Préparer les surfaces à revêtir*

- Rendre les surfaces adhérentes (en utilisant, par exemple, un papier abrasif).

5.2 *Préparer les matériaux*

- Préparer les renforts.
- Choisir la résine et l'initiateur à utiliser.
- Mesurer les quantités de résine, de solvant et d'initiateur nécessaires pour former la couche d'ancrage.

5.3 *Appliquer la couche d'ancrage*

- Mélanger la résine, le solvant et l'initiateur.
- Appliquer le mélange obtenu sur la pièce.

5.4 *Stratifier des supports de thermoplastique*

- Attendre le début de la polymérisation.
- Mélanger la quantité de résine nécessaire et l'initiateur.
- Fabriquer le stratifié.
- Finir les bords, s'il y a lieu.
- Nettoyer l'outillage et l'aire de travail.

5.5 *Contrôler la qualité de la pièce (voir 1.10)*

2.2 Degré de complexité des opérations

La complexité du travail effectué par les stratifieuses et les stratifieurs de matériaux composites varie selon les connaissances et les habiletés nécessaires pour accomplir les tâches et selon les risques d'erreurs et les conséquences d'une erreur commise.

	Tâches et opérations	Cotes de complexité
1.	**Fabriquer un objet en matériaux composites**	
1.1	Planifier la production.	2
1.2	Fabriquer un moule en matériaux composites à partir d'un modèle en vraie grandeur.	3,1
1.3	Préparer le moule.	1,9
1.4	Appliquer l'enduit gélifié au pinceau ou au pistolet vaporisateur.	2,2
1.5	Couper les renforts.	1,3
1.6	Préparer le mélange (composé de la matrice, de l'initiateur et des additifs).	2,3
1.7	Effectuer la mise en oeuvre du produit en utilisant l'un des procédés suivants :	
	• Moulage au contact	1,6
	• Moulage par projection simultanée	1,6
	• Moulage au sac sous vide	3
	• Moulage au sac sous pression	3,2
	• Moulage à l'autoclave (voie humide)	3,5
	• Moulage à l'autoclave (voie sèche)	3,4
	• Moulage par injection à basse pression (procédé RTM)	2,7
	• Moulage par compression à basse pression;	2,3
	• Moulage par compression à chaud (procédés BMC et SMC)	4
	• Moulage par réaction (procédés RIM et RRIM)	4
	• Moulage par thermoformage	
	• Moulage par centrifugation	3,5
	• Moulage par rotation	2,5
	• Moulage par enroulement filamentaire	1,7
	• Moulage par pultrusion	2,7
1.8	Démouler la pièce polymérisée.	1,7
1.9	Finir la pièce moulée.	2,3
1.10	Contrôler la qualité de la pièce.	2
1.11	Entreposer adéquatement la pièce finie.	1

2. Coller des pièces métalliques

2.1	Vérifier le positionnement des composants de la pièce.	2,5
2.2	Préparer les surfaces à assembler.	1,5
2.3	Assembler les composants de la pièce.	2
2.4	Démouler la pièce.	1
2.5	Finir la pièce.	2
2.6	Contrôler la qualité de la pièce.	2

3. Façonner un objet en thermoplastique

3.1	Usiner des pièces en thermoplastique.	3
3.2	Souder des pièces en thermoplastique.	3,5
3.3	Stratifier un objet en thermoplastique.	2
3.4	Finir la pièce.	2
3.5	Contrôler la qualité de la pièce.	1
3.6	Entreposer adéquatement la pièce finie.	1

4. Réparer un objet en matériaux composites

4.1	Estimer le coût du projet.	2,7
4.2	Repérer et dégager la partie endommagée.	1,3
4.3	Réparer l'objet.	2,7
4.4	Contrôler la qualité du travail.	1,7
4.5	Remonter les accessoires.	1,2

5. Revêtir des supports de bois, de métal ou de thermoplastique par stratification

• Opérations liées au bois	1
• Opérations liées au métal	2
• Opérations liées au thermoplastique	2

Cotes de complexité: 4 = très difficile 2 = un peu difficile
3 = difficile 1 = facile

Chaque cote de complexité obtenue correspond à la moyenne des estimations faites par la participante et les participants à l'atelier d'analyse pour chaque opération de fabrication ou de rénovation d'un objet en matériaux composites.

2.3 Fréquence d'utilisation des procédés de mise en œuvre de matériaux composites

Les procédés de mise en œuvre de matériaux composites peuvent être groupés en fonction de leur fréquence d'utilisation au Québec.

Procédés les plus utilisés :

- Moulage au contact;
- Moulage par projection simultanée;
- Moulage par thermoformage.

Procédés moyennement utilisés :

- Moulage au sac sous vide;
- Moulage au sac sous pression;
- Moulage à l'autoclave (voie humide);
- Moulage à l'autoclave (voie sèche).

Procédés de plus en plus utilisés :

- Moulage par injection à basse pression (procédé RTM);
- Moulage par compression des prémélanges;
- Moulage par réaction (procédés RIM ou RRIM);
- Moulage par enroulement filamentaire;
- Moulage par pultrusion;
- Moulage par compression à chaud (procédés BMC et SMC).

Procédés très peu utilisés :

- Moulage par centrifugation;
- Moulage par rotation.

Les procédés de moulage au contact et de moulage par projection simultanée sont très souvent utilisés, car ils sont simples et exigent peu de ressources matérielles. Ils présentent toutefois l'inconvénient de laisser échapper des produits volatils pouvant causer de l'inconfort aux travailleuses et aux travailleurs et nuire à l'environnement. Les entreprises s'efforcent par ailleurs d'employer des matières premières moins toxiques. Parallèlement, le ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie (MICT) encourage l'utilisation de procédés en moule fermé afin de diminuer les risques pour la santé des travailleuses et des travailleurs et les dommages causés à l'environnement.

3. Matières premières, outillage et équipement

Les stratifieuses et les stratifieurs de matériaux composites utilisent principalement les matières premières, l'outillage et l'équipement qui suivent.

3.1 Matières premières

Finis de surface

- Enduit gélifié (*gel coat*)
- Renforts
- Fibre de verre
- Voile de surface
- Mats
- Tissu multidirectionnel ou unidirectionnel
- Stratifil (*roving*) pour enroulement filamentaire
- Stratifil pour projection simultanée
- Toile de stratifil tissée
- Fibre de carbone (tissus, préimprégnés)
- Fibre d'aramide
- Renforts en composites

Résines

- Résine de polyester
- Résine d'époxyde
- Résine à moule
- Résine phénolique
- Résine thermoplastique
- Résine d'acrylique
- Résine vinylique
- Pellicule adhésive
- Initiateurs et accélérateurs

Produits de composition

- Prémélanges de polyester

Charges

- Charge thermoplastique
- Sphère creuse
- Hydrate d'aluminium
- Talc
- Carbonate

Âmes de sandwich

- Mousse d'uréthane
- Mousse de polyvinyle
- Balsa (bois)
- Structure alvéolaire, nid d'abeille métallique ou non métallique

Agents de démoulage

- Cire en pâte
- Cire liquide
- Alcool polyvinylique
- Pellicule mylar

Solvants

- Chlorothène (trichloréthane)
- Styrène
- Acétone
- Méthyléthylcétone

3.2 Outillage

- Polisseuse
- Perceuse
- Ponceuse
- Toupie
- Couteau
- Marteau
- Scies (à diamant, à ruban, sauteuse, radiale)
- Rouleau à débuller
- Pinceau
- Pistolet à peinture
- Viscosimètre
- Appareil Barcol

3.3 Équipement

- Pulvérisateur d'enduit gélifié
- Pulvérisateur de fibre de verre
- Thermoformeur
- Presse
- Four (étuve)
- Autoclave
- Moules ouvert et fermé
- Tour
- Mandrin
- Bobineuse à axes multiples
- Mélangeur de résine
- Pompe à vide
- Compresseur d'air
- Assécheur d'air
- Dépoussiéreur
- Système de ventilation
- Robot

4. Connaissances, habiletés et attitudes

Connaissances

Pour exercer convenablement leur métier, les stratifieuses et les stratifieurs de matériaux composites doivent posséder des connaissances sur les sujets suivants :

- matériaux et produits;
- organisation d'une entreprise;
- procédés actuels et d'avenir de mise en oeuvre;
- systèmes international et impérial d'unités;
- anglais appliqué au métier;
- dessin technique;
- chimie appliquée au métier;
- qualité totale;
- santé et sécurité.

Habiletés

Ces personnes doivent également être capables :

- d'employer différents procédés;
- d'utiliser différents outils et un équipement particulier;
- de se servir d'automates programmables;
- de faire du patron de développement;
- d'exécuter des travaux avec dextérité.

Attitudes

Finalement, les principales attitudes liées à l'exercice du métier sont celles qui suivent :

- motivation;
- sens des responsabilités;
- autonomie;
- précision;
- capacité de travailler en équipe;
- ponctualité, assiduité;
- intérêt au travail;
- ouverture d'esprit;
- respect des règles de santé et de sécurité.

5. Formation

La participante et les participants à l'atelier d'analyse de situation de travail ont fait les suggestions suivantes concernant la formation des élèves :

- favoriser la collaboration entre le milieu scolaire et le milieu du travail;
- inviter les représentantes et les représentants d'entreprises à rencontrer les élèves pendant les heures de cours;
- organiser des visites industrielles dans des entreprises de différentes tailles et de divers secteurs d'activité;
- organiser des concours et récompenser les élèves qui ont effectué les meilleurs travaux;
- au cours des stages, favoriser le jumelage d'élèves et d'employées ou d'employés;
- faire preuve de souplesse au regard du choix de la période de l'année consacrée aux stages;
- motiver le personnel enseignant à participer aux stages en entreprise;
- fournir aux responsables des stagiaires les outils nécessaires pour guider adéquatement l'apprentissage des élèves.

Gouvernement du Québec
Ministère
de l'Éducation

17-0505-06